EXERCICES DE PHYSIQUE APPLIQUEE SUR LE TRIPHASE

TGE

EXERCICE 1 : Un récepteur triphasé équilibré est branché **en étoile** et est alimenté par le réseau 50Hz avec neutre de tension composée U=380V. Chaque branche du récepteur est composée d'une résistance R=12 Ω en série avec une inductance L=28,5mH.

1. Calculer la tension simple, l'impédance de chaque branche, le courant en ligne, le déphasage entre chaque tension simple et le courant correspondant.
2. Calculer le facteur de puissance et les puissances active et réactive.

EXERCICE 2 : Sur le réseau triphasé 220/380V avec neutre on monte **en étoile** 3 impédances inductives identiques Z = 44Ω de facteur de puissance 0,8.

1. Déterminer le courant en ligne et le déphasage du courant par rapport à la tension simple correspondante.
2. Calculer les puissances active et réactive.
3. Placer les courants et tensions sur un diagramme vectoriel.

EXERCICE 3 : Sur le réseau triphasé 220/380V on monte **en triangle** 3 impédances inductives identiques Z=55Ω de facteur de puissance 0,866.

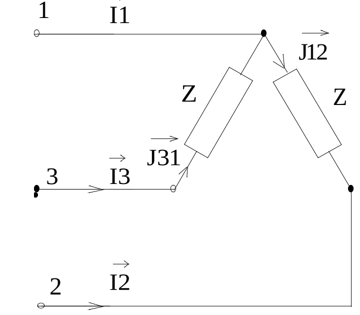
1. Déterminer les courants dans les récepteurs et en ligne .
2. Calculer les puissances active et réactive.
3. Placer les courants dans les récepteurs, en ligne et tensions sur un diagramme vectoriel.

EXERCICE 4 : Un récepteur triphasé équilibré est branché **en triangle** sur le réseau équilibré 127/220V 50Hz. Le courant en ligne est de 19A.Chaque branche du récepteur est composée d'une bobine d'inductance L et de résistance R=10Ω. Calculer:

1. Le courant dans chaque branche, l'impédance et l'inductance de la bobine.
2. Le facteur de puissance et les puissances active et réactive.

EXERCICE 5 + CORRIGE : Trois récepteurs monophasés, purement résistifs, sont montés en triangle sur le secteur 220/380V 50Hz. Sous 380V ils consomment 5.7kW chacun.

1. Calculer le courant dans chacun d'eux et le courant dans un fil de ligne.
2. Le récepteur monté entre les phases 2 et 3 est coupé . Déterminer les différents courants en ligne.
3. Les trois récepteurs sont maintenant en étoile. Calculer la puissance active totale et la comparer à la puissance active totale dans le cas d'un montage triangle.



1. **Couplage triangle** : 5,7kW par récepteur soit P_Δ= 3*5,7=17,1kW
   $P=\sqrt{3}\,UI\cos\varphi \Rightarrow I=P/(\sqrt{3}\,U\cos\varphi)$ 26A et $J= I/\sqrt{3}$ = 15A
2. Monatge ci contre : I_1 est inchangé I_1=26A $I_3=J_{31}$ = 15A $I_2=J_{12}$ = 15A
3. **Couplage étoile** I=V/Z (en triangle on a Z=U/J =25,3Ω)
   I=220/25.3=8.69 A et $P_Y=\sqrt{3}\,UI\cos\varphi = 5700W$. $P_\Delta=3*P_Y$

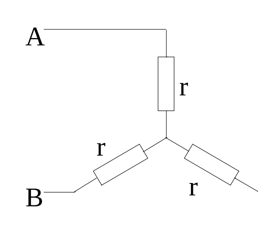
EXERCICE 6 :

1. On place 3 résistances en étoile sur le réseau V/U. Exprimer la puissance active absorbée en fonction de V et R puis de U et R.
2. On place 3 résistances en triangle sur le réseau V/U. Exprimer la puissance active absorbée en fonction de U et R.
3. Comparer les résultats et conclure.

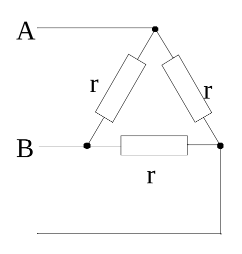




EXERCICE 7 : Pertes joules dans un enroulement triphasé.



1.
* Exprimer R_{AB} en fonction de r .
* Exprimer les pertes joules Pj en fonction de r et I puis en fonction de R_{AB} et I.

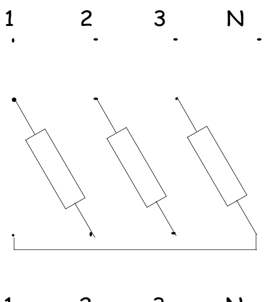


2.
*Exprimer R_{AB} en fonction de r .
*Exprimer les pertes joules Pj en fonction de r et I puis en fonction de R_{AB} et I.

3. Comparer les expressions et conclure

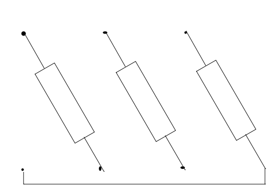
EXERCICE 8 + CORRIGE :

On branche sur le réseau 220/380V 50Hz trois récepteurs monophasés identiques inductifs (bobines) d'impédance Z=50Ω et de facteur de puissance 0,8.



1. Les impédances sont couplés en triangle avec neutre.

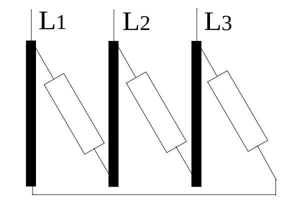
1.1. Compléter le schéma de câblage ci-contre .
1.2. Calculer les courants en ligne et les puissances active et réactive.



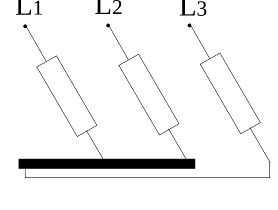
2. Les impédances sont couplées en étoile sur le réseau.

2.1. Compléter le schéma de câblage ci-contre .
2.2. Calculer les courants en ligne et les puissances active et réactive.
2.3. Calculer le rapport des puissances actives : P_{Δ}/P_{Y} et conclure .

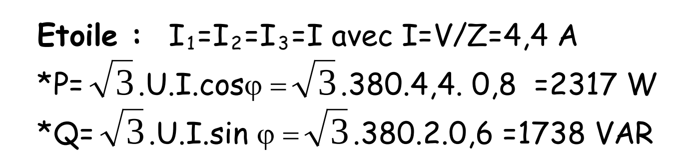
Triangle : J=U/Z=7,6A I= = $\sqrt{3}$.J=13,2A.
*P= $\sqrt{3}$.U.I.cosφ = $\sqrt{3}$.380.13,2.0,8 =6950 W
*Q= $\sqrt{3}$.U.I.sin φ = $\sqrt{3}$.13,2. 0,6 =5212 VAR



Triangle



Etoile



Etoile : $I_1=I_2=I_3=I$ avec I=V/Z=4,4 A
*P= $\sqrt{3}$.U.I.cosφ = $\sqrt{3}$.380.4,4. 0,8 =2317 W
*Q= $\sqrt{3}$.U.I.sin φ = $\sqrt{3}$.380.2.0,6 =1738 VAR

Conclusion : Les puissances en triangle sont l fois plus élévées qu'en étoile .

<<L'union fait la force>>



EXERCICE 9 : Un moteur triphasé est alimenté par le réseau 220/380V. Sa puissance utile est de 10kW, son rendement de 0,8 et son facteur de puissance vaut 0,6. Calculer :

1. Les puissances active, réactive et le courant en ligne.
2. La capacité des condensateurs couplés en triangle pour relever le facteur de puissance à 0,85. Quelle serait la capacité des condensateurs si on les couplait en étoile? Quel est alors le nouveau courant en ligne.

EXERCICE 10 : Une installation alimentée en triphasé 220/380V 50Hz comprend:

- Un moteur de puissance utile 8kW, de rendement 85% et de facteur de puissance 0,8.
- Un ensemble de 60 lampes 220V 100W.

1. Comment sont couplées les lampes?
2. Calculer le courant en ligne et le facteur de puissance de l'ensemble.
3. Calculer la capacité des condensateurs couplés en triangle qui relève le facteur de puissance à 1.

EXERCICE 11 : Une installation alimentée par le réseau 220/380V 50Hz comporte 2 moteurs M_1 et M_2 tels que P_1=6kW, P_2=4kW, cos φ_1=0,8 et cos φ_2=0,68.

1. Calculer le courant en ligne quand M_1 fonctionne seul, quand M_2 fonctionne seul et quand M_1 et M_2 fonctionnent ensemble.
2. Déterminer la capacité des condensateurs pour relever le facteur de puissance global à 0,8 quand les 2 moteurs fonctionnent ensemble.

EXERCICE 12 : Trois récepteurs monophasés identiques ont des impédances de module Z.

1. Ils sont couplés en triangle sur le réseau 220/380V 50Hz. La puissance est mesurée par la méthode des deux wattmètres: Pa=1736W et Pb=-264W.
   1.1. Calculer les puissances active et réactive ($Q = \sqrt{3}$ (Pa –Pb)).
   1.2. Déterminer le facteur de puissance et le courant en ligne. En déduire l'impédance Z.
2. Les récepteurs sont maintenant couplés en étoile :
   Calculer le courant en ligne et les puissances active et réactive.

EXERCICE 13+ CORRIGE : Une installation alimentée en triphasé 220/380V 50Hz comprend:

-Un moteur de puissance utile 8kW, de rendement 85% et de facteur de puissance 0,8.
-Un ensemble de 60 lampes 220V 100W.

1. Comment sont couplées les lampes?
2. Calculer le courant en ligne et le facteur de puissance de l'ensemble.
3. Calculer la capacité des condensateurs couplés en triangle qui relève le facteur de puissance à 1.

Récepteurs	cos φ	tan φ	P (W)	Q(Var)
Moteur: 8kW, de rendement η =85%	0,8	0,75	P_M=Pu/ η = 8000/0.85=9412	Q_M=P_M.tan φ = 7059 Var
60 lampes 220V 100W	1	0	60x100=6000W	Q_L=P_{L1}.tan φ =0
Ens1: I=Pt/ $\sqrt{3}$ Ucosφ_t=25,75A	0,909 ⇐	tan φ = Q/P =0,458	Pt=P_M+P_L =15412 W	Qt=Q_M+Q_L=7059
Condensateur : On calcule Qc			0	Qc= Q't- Qt=-7059 Qc=-3 $U^2C_\Delta\omega \Rightarrow C\Delta$=51.9μF
Ens2 :I'_f= P't/ $\sqrt{3}$ Ucos φ't= 23,4A	1	0	P't=Pt+Pc =15412 W	Q't=P't.tan φ =0

<<L'union fait la force>>



EXERCICE 14 : Un atelier alimenté en triphasé 220V/380V 50Hz est composé d'un moteur inductif de puissance utile Pu=4 chevaux(1CV=736W)et d'un ensemble de lampes à incandescence 220V 100W absorbant 3300W.La puissance active de l'atelier est de 7000W et le courant en ligne I=11,6A.

1. Combien y a-t-il de lampes et comment sont elles couplées sur le réseau?
2. Déterminer les caractéristiques de l'ensemble et celle du moteur: puissance active, puissance réactive, facteur de puissance. En déduire le rendement du moteur.(Faire un tableau)
3. On désire relever le facteur de puissance de l'atelier à 0,98.Déterminer le rôle du relèvement du facteur de puissance ,la valeur des éléments nécessaires et le montage choisi.

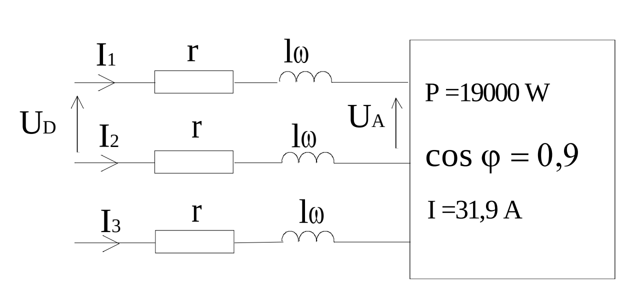
EXERCICE 15 + CORRIGE : Deux récepteurs triphasés équilibrés sont alimentés par le secteur 220/380V 50Hz. Le moteur M_1 est inductif. Le récepteur M2 est capacitif tel que P_2=3750W et cos φ_2=0,866. On mesure la puissance active par la méthode des deux wattmètres :Pa=12100W et Pb=6900W.

1. Calculer Pt, Qt, cos φt et le courant en ligne It.
2. Calculer P_1, Q_1 et cos φ_1.
3. Chaque fil de ligne présente une résistance r=0,48 Ω et une réactance lω=0.2Ω. . Calculer la tension composée au départ de la ligne.

1. Pt=Pa+Pb = 12100 +6900 = 19000 W Qt= $\sqrt{3}$ (Pa-Pb) = $\sqrt{3}$ (12100 -6900)= 9000VAR
   ⇒ tan φ = Qt/Pt =0,474 ⇒ cos φ = 0,904 et It=Pt/ $\sqrt{3}$ Ucosφ_t= 31,9A
2. On récapitule les résultats dans le tableau ci dessous : **ATTENTION M2 est capacitif donc de même tan φ_2 <0 et Q2<0**

Récepteurs	cos φ	tan φ	P (W)	Q(Var)
Moteur M1 inductif	**0,807**	⇐ tan φ1= Q_1/P_1 = 0,733	P_1= Pt-P_2 P_1=**15250W**	Q_1=Qt-Q_2 = 9000-(-2165) Q_1 = 11165 Var
Moteur M2 capacitif φ_2 <0	0,866 ⇒	- 0,577	P_2=3750 W	Q_L=P_2.tan φ = -2165 Var
Ensemble (Question 1)	0,904	0,474	Pt=19000 W	Qt=9000 Var

3. Puissance active dans la ligne Pl = 3.r.I^2 (3 fils de ligne)
Pl = 3.0,48.31,9^2 = 1465 W
Puissance réactive dans la ligne Ql = 3.Lω.I^2= 610 VAR
Ensemble : On utilise le théorème de Boucherot
Pt= P+ Pl = 19000 + 1460 = 20460W
Qt= Q+ Ql = 9000=610= 9610VAR
S = $\sqrt{Pt^2+Qt^2}$ = 22604 VA   S = $\sqrt{3}$ U_D.I. VA
⇒ U_D = S / $\sqrt{3}$ I.= 22604/ $\sqrt{3}$. 31,9 = 409 V



<<L'union fait la force>>

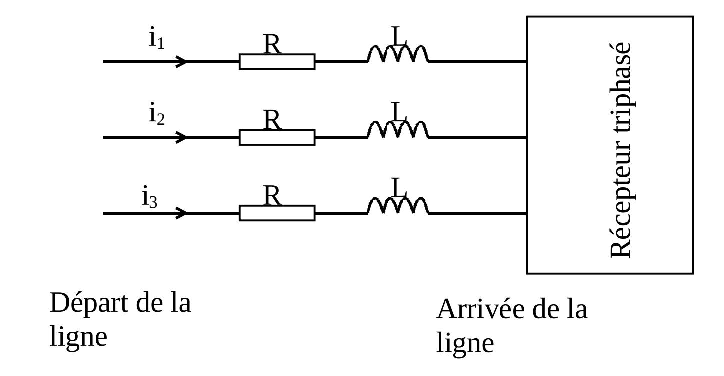


EXERCICE 16+ CORRIGE : CHUTE DE TENSION DUE A UNE LIGNE TRIPHASEE (BAC)

Aucune connaissance sur les lignes triphasées n'est nécessaire.

Une ligne triphasée moyenne tension alimente un récepteur triphasé équilibré qui consomme une puissance active de 4,20 MW et qui impose un facteur de puissance de 0,938.
Chaque fil de ligne a pour résistance R = 2,43 Ω et pour inductance L = 11,2 mH.

La tension efficace entre phases à l'arrivée de la ligne est U_A = 20,0 kV.
La fréquence de la tension est 50 Hz.
Le but du problème est de calculer la chute de tension due à la ligne.



Départ de la ligne

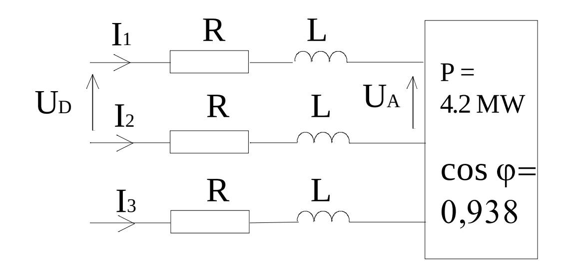
Arrivée de la ligne

1) Calculer l'intensité efficace I du courant dans un fil de ligne.

2) Pour la ligne, calculer
- la puissance active consommée,
- la puissance réactive consommée (rappel : la puissance réactive consommée par une bobine d'inductance L parcourue par un courant d'intensité efficace I et de pulsation ω est $Q = L\omega I^2$).

3) Pour l'ensemble {ligne + récepteur}, calculer
- la puissance active consommée,
- la puissance réactive consommée,
- la puissance apparente consommée

4) En déduire la tension efficace entre phases U_D au départ de la ligne.



1. Les courants en ligne sont égaux (récepteur triphasé équilibré)
$I_1=I_2=I_3=I$ tel que la puissance active $P=\sqrt{3}\,U_A.I.\cos\varphi \Rightarrow$
$I= P/\sqrt{3}\,UA.\cos\varphi$ = 129 A

2. Puissance active dans la ligne $P\ell = 3.R.I^2$ (3 fils de ligne)
$P\ell = 3.2{,}43.129^2$ = 121 kW
Puissance réactive dans la ligne $Q\ell = 3.L\omega.I^2$= 176 kVAR

3. Ensemble : On utilise Boucherot
$Pt= P+ P\ell$ = 4200 + 121 = 4321 kW $Qt= Q+ Q\ell = P.\tan\varphi + Q\ell$ = 1552 + 176 = 1728 kVAR
$S = \sqrt{Pt^2+Qt^2}$ = 4655 kVA

4. $S = \sqrt{3}\,U_D.I. \Rightarrow U_D = S / \sqrt{3}\,I.$= 4655000/ $\sqrt{3}$. 129 = 20830 V





EXERCICE 17+ CORRIGE : Etude d'un monte-charge entraîné par un moteur triphasé alternatif .

1. Le moteur est alimenté par le réseau 220V/380V50Hz .On mesure la puissance absorbée par la méthode des 2 wattmètres : P_1=4800W et P_2=1500W.
   - 1.1. Calculer les puissances active et réactive Q= $\sqrt{3}$ (P1-P2) .En déduire le courant en ligne et le facteur de puissance du moteur .
   - 1.2. Donner le schéma permettant de mesurer le courant en ligne , la tension composée et les puissances de la méthode des 2 wattmètres . Préciser les calibres des appareils.
   - 1.1.3. Proposer un autre montage de mesure de la puissance active .

2. Le monte charge élève à vitesse constante v=0.23 m/s , une masse m=2000kg .

   - 2.1. Déterminer la force motrice s'exerçant sur la masse , la puissance P' de cette force et l'énergie nécessaire pour un déplacement de 5 m .

   - 2.2. Le câble du monte charge s'enroule sur un treuil de diamètre 20cm . Un réducteur de vitesse est placé entre le treuil et le moteur . Déterminer la vitesse angulaire; la fréquence de rotation (tr/min) du treuil et le moment exercé sur le treuil .

   - 2.3. Le rendement de la transmission mécanique (treuil, réducteur de vitesse) est de η=90%. Déterminer la puissance mécanique P'' du moteur d'entraînement , le moment du couple moteur si sa vitesse est de n_M=1450 tr/min.

   - 2.4. Calculer la puissance électrique absorbée par le moteur de rendement 80%.

   - 2.5. Définir l'énergie . Préciser l'unité du système international (USI) .Préciser l'unité utilisée couramment en électricité et la correspondance.

3. **Etude de la plaque signalétique du moteur .**

Fréquence	Vitesse	Tension	Puissance utile	Facteur de puissance	Courants
50 Hz	1450tr/min	220/380V	5,00kW	0,74	13A/22.5A

   - 3.1. Quelle est la valeur nominale de la tension aux bornes d'un enroulement du moteur ?En déduire le couplage à réaliser sur le réseau triphasé équilibré 220V/380V.

   - 3.2. Quelle est la valeur nominale de l'intensité du courant dans une phase du moteur . A quoi correspond le 2ème courant ?.

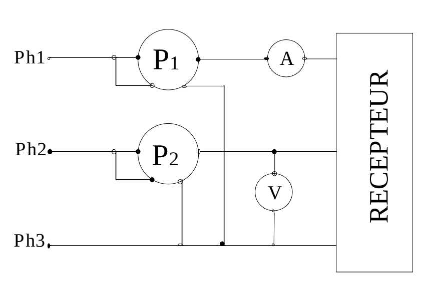
   - 3.3. Calculer la puissance active du moteur et en déduire son rendement .





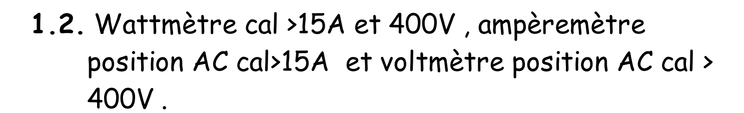
CORRIGE

1. Réseau 220V/380V50Hz .Méthode des 2 wattmètres : P_1=4800W et P_2=1500W.



1.1. P= P_1+P_2 = 6300W , Q= $\sqrt{3}(P_1-P_2)$ = 5715Var

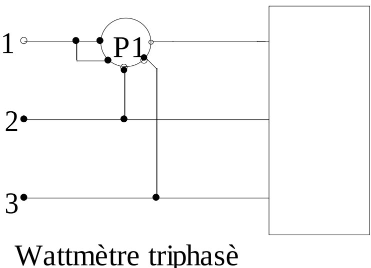
$\Rightarrow$ tanφ = Q/P $\Rightarrow$ cos φ = 0,74 et I= P/($\sqrt{3}$Ucos φ) =12,9A .



1.2. Wattmètre cal >15A et 400V , ampèremètre position AC cal>15A et voltmètre position AC cal > 400V .



1.3. Autre montage de mesure de la puissance active .



Wattmètre triphasè

2. Le monte charge élève à vitesse constante v=0.23 m/s , une masse m=2000kg . treuil de diamètre 20cm η_T=90% n_M=1450 tr/min

2.1. **F=P=mg=19620 kg , P'= Fv** =4512W Ep= mgh= 98100 j
P' = Ep/t avec t= h/v = 21,7s et P'=4520W

2.2. la vitesse angulaire Ω =v/r = 2;3 rad/s , la fréquence de rotation (tr/min) du treuil n = $(\Omega/2.\pi)*60$ = 22tr/min et le moment exercé sur le treuil T =P'/Ω = 1962Nm .

2.3.. P''= P'/η_T = 5013W et T_M =P''/Ω_M = 33Nm .

2.4. **$Pabs_M$** =P_u/η_M = 5013/0,8= 6331W

2.5 L'énergie est la capacité à fournir du travail (mouvement) ou de la chaleur . L'unité du système international de l'énergie est le joule (USI) . En électricité on utilise le kWh (E=P.t P en kW et h en heure) .

3. **Etude de la plaque signalétique du moteur .**

Fréquence	Vitesse	Tension	Puissance utile	Facteur de puissance	Courants
50 Hz	1450tr/min	220/380V	5,00kW	0,74	13A/22.5A

3.1. La valeur nominale de la tension aux bornes d'un enroulement du moteur est 220V ? Le couplage à réaliser sur le réseau triphasé équilibré 220V/380V est **étoile** pour mettre une tension de 220 V aux bornes de chaque enroulement .

3.2. La valeur nominale de l'intensité du courant dans une phase du moteur est de 13A.(**En étoile** , le courant en ligne = courant dans un enroulement) . Le 2ème courant correspond au courant en ligne pour un couplage triangle ?.

3.3. $Pabs_M$= $\sqrt{3}$ UI cos φ = 6331W et son rendement η_M = Pu/$Pabs_M$ = 0,8 .

<u><<L'union fait la force>></u>

EXERCICE 18 :

Un atelier alimenté par un réseau triphasé équilibré 220V/380V,50hz comporte les éléments suivants:

- Un moteur triphasé inductif absorbant une puissance active P_1=2.5 kW avec un facteur de puissance de 0,7.
- 3 moteurs monophasés inductifs identiques fonctionnant sous 380V, absorbant chacun 0.8kW avec un facteur de puissance de 0,72.
- 6 Lampes de 100W /220V.
- 3 impédances Z=250 Ω capacitives, montées en triangle et de facteur de puissance 0,9 .

1. Compléter ci-dessous le schéma de l'installation.
2. Calculer les puissances actives et réactives de chaque élément et de l'ensemble.
3. En déduire le facteur de puissance de l'atelier et la valeur efficace du courant absorbé.
4. Déterminer la capacité des 3 condensateurs montés en triangle pour relever le facteur de puissance à 0.98.
5. Calculer la nouvelle valeur efficace du courant en ligne .Conclure.

Phase 1

Phase 2

Phase 3

Neutre

EXERCICE 19 : Trois impédances inductives (R,L série) identiques groupées en étoile (sans neutre) sont alimentées par un réseau triphasé 220V/380V 50Hz. La puissance active consommée vaut P=2570W et réactive Q=1930Var.

1.

1.1. Calculer le courant en ligne ,le facteur de puissance et l'impédance Z.

1.2. Préciser les puissances active et réactive de la résistance R(P_R,Q_R) et de l'inductance L(P_L,Q_L). Calculer R et L.

1.3. Donner deux schémas de montages théoriques possibles pour relever P et Q. Préciser les calibres des appareils utilisés et les indications des appareils.

2. Le réseau alimente également un moteur de puissance utile Pu=3KWde rendement rd=0,75 et de facteur de puissance fp=0,707.Calculer le courant total absorbé par les deux récepteurs et le facteur de puissance de l'ensemble.

3. On se propose de relever le facteur de puissance de cet ensemble à 0.9.

3.1. Pourquoi relever le facteur de puissance?.

3.2. Quels montage proposez-vous?

3.3. Calculer la valeurs des éléments nécessaires.

3.4. Quel est alors le courant en ligne?



EXERCICE 20 : Etude d'un réseau triphasé (ex bac modifié)

Le réseau triphasé 50Hz alimente un moteur asynchrone triphasé .On réalise le montage de la figure 1 ci-dessous (à compléter) . Le voltmètre V_1 indique 415V .

1. Déterminer la valeur indiquée par le voltmètre V_2 . Quel est le mode de fonctionnement des appareils V_1 et V_2 . Justifier (Quelles seraient leurs indications dans l'autre mode) .
2. La valeur instantanée de la tension simple v_1 peut s'écrire sous la forme $v_1=V.\sqrt{2}\cos(\omega t)$.
   2.1. Quelles sont les valeurs de V et ω ?
   2.2. Ecrire les expressions des deux autres tensions simples v_2 et v_3 .(v_2 est en retard sur v_1 et v_3 sur v_2) .
   2.3. Exprimer la tension u_{12} en fonction des tensions simples v_1 et v_2 .
3. On associe les vecteurs de Fresnel $\vec{V}_1$, $\vec{V}_2$ et $\vec{V}_3$ aux tensions v_1 , v_2 ,v_3 . $\vec{V}_1$ étant choisit comme référence , placer $\vec{V}_2$, $\vec{V}_3$ et $\vec{U}_{12}$ sur la figure 2 ci dessous .
4. Quelles sont les valeurs complexes $\underline{V}_1$, $\underline{V}_2$ et $\underline{V}_3$ associées aux tensions v_1 , v_2 ,v_3 .
5. Montrer par la méthode de votre choix , que la somme de trois tensions équilibrés est nulle à chaque instant .
6. Le plaque signalétique du moteur asynchrone donne :

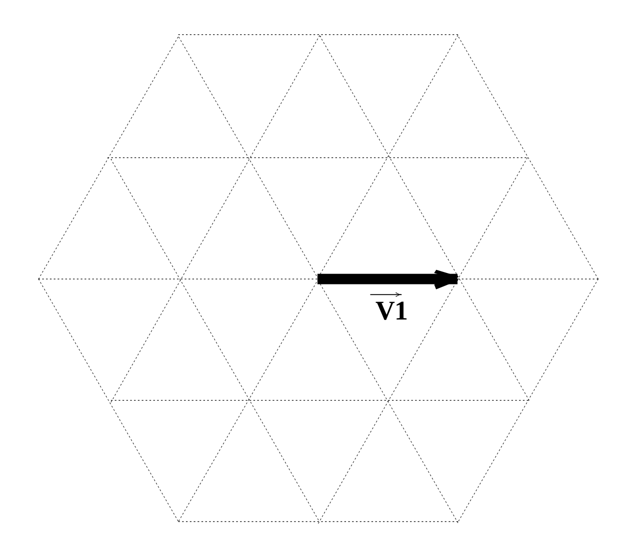
240V/415V ; 50Hz ; 1,75A/1A ; 450W ; 1450tr/min , cos φ = 0,866

   6.1. Quel doit être le couplage du moteur sur le réseau : Compléter le document réponse .
   6.2. Quelle est l'indication de l'ampèremètre? Représenter le vecteur de Fresnel $\vec{I}_1$ associé au courant en ligne i_1 (0,5A/cm) .
   6.3. Calculer le moment du couple et le rendement du moteur.
   6.4. Quelle est l'indication du wattmètre ?

figure 1

1 P1 A1
2
3 V2 V1
N

figure 2



<<L'union fait la force>>